

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-60481

(43)公開日 平成7年(1995)3月7日

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	片内整理番号	F I	技術表示箇所
B 2 3 K 35/30	3 2 0 D			
C 2 2 C 38/00	3 0 2 X			
38/48				

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 7 頁)

(21)出願番号	特願平5-211153	(71)出願人	000002118 住友金属工業株式会社 大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号
(22)出願日	平成5年(1993)8月26日	(71)出願人	390000479 住金溶接工業株式会社 兵庫県尼崎市扶桑町1番17号
		(72)発明者	小川 和博 大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号住 友金属工業株式会社内
		(72)発明者	樫木 義淳 大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号住 友金属工業株式会社内
		(74)代理人	弁理士 穂上 照忠 (外1名) 最終頁に続く

(54)【発明の名称】 高C r 高Nオーステナイト鋼用溶接材料

(57)【要約】 (修正有)

【目的】発電ボイラ用等の高温強度に優れた高Cr高Nのオーステナイト鋼のガスシールドアーク溶接用溶接材料を提供する。

【構成】(1) 重量%で、C : 0.03~0.1 %、Si : 0.1~0.5 %、Mn : 1.2~8 %、Cr : 23~28%、Ni : 18~30 %、Nb : 0.01~0.7 %、Al : 0.5%以下、N : 0.2~0.4%、Mo : 0.5~1.5 %、およびB : 0.01%以下を含有し、かつ不純物としてP、SがP : 0.01%以下ならびにP + S : 0.02%以下を満足し、残部がFeおよび不可避不純物からなる高Cr高Nオーステナイト鋼用ガスシールドアーク溶接材料。この材料には、必要に応じて更に、1~4%のCuを含むことができる。

(2) (1)の材料において、C : 0.1を超えて0.24%まで、Mn : 8%以下およびN : 0.15~0.35%とした高Cr高Nオーステナイト鋼用ガスシールドアーク溶接材料。

【特許請求の範囲】

【請求項1】重量％で、C：0.03～0.1％、Si：0.1～0.5％、Mn：1.2～8％、Cr：23～28％、Ni：18～30％、Nb：0.01～0.7％、Al：0.5％以下、N：0.2～0.4％、Mo：0.5～1.5％、およびB：0.01％以下を含有し、かつ不純物としてP、SがP：0.01％以下ならびにP+S：0.02％以下を満足し、残部がFeおよび不可避不純物からなることを特徴とする高Cr高Nオーステナイト鋼用ガスシールドアーク溶接材料。

【請求項2】重量％で、請求項1に記載の成分に加えて更に、Cu：1～4％を含有し、かつ不純物としてP、SがP：0.01％以下ならびにP+S：0.02％以下を満足し、残部がFeおよび不可避不純物からなることを特徴とする高Cr高Nオーステナイト鋼用ガスシールドアーク溶接材料。

【請求項3】重量％で、C：0.1％を超えて0.24％まで、Si：0.1～0.5％、Mn：8％以下、Cr：23～28％、Ni：18～30％、Nb：0.01～0.7％、Al：0.5％以下、N：0.15～0.35％、Mo：0.5～1.5％、およびB：0.01％以下を含有し、かつ不純物としてP、SがP：0.01％以下ならびにP+S：0.02％以下を満足し、残部がFeおよび不可避不純物からなることを特徴とする高Cr高Nオーステナイト鋼用ガスシールドアーク溶接材料。

【請求項4】重量％で、請求項1、請求項2または請求項3に記載の成分に加えて更に、Mg：0.02％以下または／およびCa：0.02％以下を含有し、かつ不純物としてP、SがP：0.01％以下ならびにP+S：0.02％以下を満足し、残部がFeおよび不可避不純物からなることを特徴とする高Cr高Nオーステナイト鋼用ガスシールドアーク溶接材料。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、発電ボイラ用等の高温強度に優れた高Cr高Nのオーステナイト鋼用ガスシールドアーク溶接に使用される溶接材料に関する。

【0002】

【従来の技術】従来より、高温で使用される発電用ボイラ、化学反応装置等には、主として、18-8系のオーステナイトステンレス鋼が使用されてきた。しかし、最近のボイラ等での運転条件の苛酷化（高温化、高圧化）に伴い、18-8系よりも更に高温強度が高く、耐食性に優れた材料が必要とされるようになった。このような要求に応えるために開発されたものとして、高Cr高Nを特徴とするオーステナイト鋼があり、例えば特開昭57-164972号および特開昭59-64752号の両公報には、高Crで、N、Nb、Bを添加することにより、高温強度および耐食性の改善を図ったオーステナイト鋼が開示されている。

【0003】そして、このような高Cr高Nオーステナイト鋼の溶接に使用される溶接材料としては、母材をそのまま線材加工したものや、高Ni合金用アーク溶接材料

（例えば JIS溶接棒 DNiCr系）の使用が考えられており、更に、共金系高Cr高Nオーステナイト鋼用溶接材料（特開平5-69187号公報参照）も提案されている。

【0004】しかし、高Cr高Nオーステナイト鋼の溶接では、母材は溶製後、圧延、熱処理により組織の調整を受けて高温強度の確保が図られるのに対し、溶接金属は殆どの場合、凝固時の組織で使用する。そのため、溶接金属は、母材に比べ高温強度を高めることが本質的に容易でない。

【0005】また、オーステナイト組織では高合金組成のため割れ感受性が高くなり、溶接高温割れが発生しやすく、特に、溶接金属では、溶接凝固時に溶接金属内に発生する凝固割れが問題となる。更に、オーステナイト鋼材の高温強度を高めるために添加される一部の成分は、溶接高温割れに悪影響を与え、その防止を一層困難にしている。

【0006】そのため、母材をそのまま線材に加工した溶接材料では、次のような問題がある。

【0007】例えば、母材の高温強度の改善に有効なBは、溶接金属の溶接高温割れ感受性を高める作用がある。また、溶接高温割れ感受性の低減には、Ni量を減じてδフェライトを数％晶出させることが有効であるが、このδフェライトは高温での使用中にシグマ相へ変態して脆化の原因になるため、δフェライトの晶出は抑えなければならない。一方、δフェライトの晶出を抑えた条件下で、高温強度の改善に有効なNbを添加すると、割れ感受性は一層高められることになる。従って、母材をそのまま線材に加工した溶接材料では、溶接金属に優れた高温強度と同時に耐溶接高温割れ性を付与することは困難であった。

【0008】一方、高温で使用される発電用ボイラ等の溶接部の強度は、特にオーステナイト組織において、溶接時の加熱により軟化し易いので、溶接入熱量、層間温度等の溶接施工条件の影響を受けるため、従来の高Ni合金用アーク溶接材料や先に特開平5-69187号公報で提案された共金系高Cr高Nオーステナイト鋼用溶接材料では、広範な溶接条件のもとで、高強度の母材に対して必ずしも安定した高温強度が得られないという問題があった。また、高Ni合金用アーク溶接材料は、高価であり、経済性の点でも好ましくない。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】前記のように、従来の溶接材料では、溶接金属に優れた高温強度と同時に耐溶接高温割れ性を付与することは困難であった。本発明は、このような問題に鑑み、溶接部の溶接高温割れ感受性を高めることなく、安定した高温強度がより広い溶接施工条件範囲で得られる溶接材料を提供することを目的としている。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明は、下記の溶接材

【0027】Al：脱酸剤として添加されるが、多く添加してもその効果は飽和するため、含有量は0.5%以下とした。望ましくは0.01～0.3%である。

【0028】Ca、Mg：溶接高温割れ感受性の低下および線材加工時の熱間加工性の改善に有効である。しかし、過剰の含有は、溶接金属中の介在物を増加させるため好ましくない。従って、これらを添加する場合でも、その含有量は0.02%以下とするのがよい。

【0029】N：溶接金属の高温強度の確保に不可欠である。即ち、Nは凝固組織のマトリックス中に固溶してこれを強化するとともに、一部は窒化物として析出することにより析出強化の作用をもつ。しかし、過度の含有は、高温での使用中に多量の炭窒化物を析出させて、溶接金属の脆化の原因となる。そのため、C量が0.03～0.1%のときにN量を0.2～0.4%とし、C量が0.1～0.24%のときにN量を0.15～0.35%とした。

【0030】Mo：凝固組織のマトリックス中に固溶して、溶接金属の高温強度を高めることができる。しかし、含有量が0.5%未満ではその効果が小さく、1.5%を超えるとその効果が飽和してしまうばかりか、耐食性の低下を招く。従って、Mo量は0.5～1.5%とした。

【0031】Cu：Cu富化相として微細析出するため、高温引張強さおよびクリープ強さの向上に有効に寄与する。従って、炭窒化物の析出の問題があるCの含有量の増加の代わりに、Cuを添加するのが望ましい場合がある。Cuを添加する場合には、含有量は1%以上とし、過剰の添加は延性の低下を招くため、上限は4%とする。

【0032】B：結晶粒界に偏析して粒界の強度を高め*

表 1

化 学 組 成							(wt%) 残部：Fe		
C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Nb	B	N
0.06	0.39	1.25	0.012	0.001	20.10	24.60	0.47	0.0032	0.25

【0038】溶接材料は、表2に示す12種類（本発明例および比較例各6種類）とし、いずれも、実験室にて真空溶製後、外径2mmの線材に加工することにより作製し※

*ることにより、クリープ強さの向上に寄与する。しかし、過剰の添加は溶接高温割れを助長するため、含有量は0.01%以下とする。

【0033】P、S：凝固時に低融点の共晶物を生成し、溶接高温割れの発生原因となるので、Pは0.01%以下でかつP+Sで0.02%以下とする。このようにPおよびSの2成分を同時に規制しているのは、PとSの相乗効果で共晶物の融点が低下し、割れ感受性が高まるのを防ぐためであり、これにより、Nb、Bの添加に伴う溶接高温割れ感受性の上昇を抑えることができる。Nb添加鋼であっても、十分な溶接性が確保され、Nbの添加による高温強度の確保も容易になる。

【0034】なお、本発明の溶接材料が対象とする母材は、主要合金成分がCr:17～28%、Ni:18～25%、C:0.02～0.1%、N:0.15～0.4%、Nb:0.2～0.8%およびB:0.002～0.006%のいわゆる高Cr高Nオーステナイト鋼である。

【0035】

【実施例】以下、本発明の実施例を比較例と対比させて、更に詳しく説明する。

【0036】母材として、表1に示す化学組成の高強度の高Cr高Nオーステナイト鋼を用いて、ガスシールドアーク溶接材料の性能比較を行った。この母材は、高Cr系でN、Nb、Bの成分を含有し、そのクリープ強度（600℃×100000時間）は18.8kgf/mm²であり、SUS 347Hのクリープ強度に比べ約1.6倍に引き上げられている。

【0037】

【表1】

※た。

【0039】

【表2】

表 2

	No	化 学 组 成										(wt%) 残 部 : Fe					
		C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Nb	Al	Mg	Ca	B	Cu	N	P + S
本 堯 明 例	A 1	0.07	0.15	1.40	0.005	0.001	20.52	26.20	0.94	0.47	0.015	0.003	—	—	—	0.33	0.006
	A 2	0.06	0.22	1.50	0.004	0.001	20.41	25.11	1.05	0.45	0.004	—	0.004	—	—	0.37	0.005
	A 3	0.07	0.28	1.51	0.003	0.001	22.13	27.54	0.90	0.25	0.005	0.003	0.003	0.003	—	0.32	0.004
	A 4	0.08	0.24	1.31	0.006	0.002	19.45	24.30	1.02	0.47	0.016	0.005	—	—	2.9	0.34	0.008
	A 5	0.18	0.35	1.02	0.005	0.001	20.43	26.47	0.96	0.52	0.004	0.006	—	0.003	—	0.24	0.006
	A 6	0.19	0.28	0.95	0.004	0.001	21.05	25.27	1.12	0.43	0.011	0.004	—	0.003	—	0.22	0.005
比 較 例	B 1	0.07	0.15	1.40	*0.015	0.001	20.40	25.60	*—	0.47	0.015	0.003	—	—	—	0.24	0.016
	B 2	0.07	0.16	1.43	0.008	0.014	20.35	25.90	*—	0.44	0.015	0.003	—	—	—	0.25	*0.022
	B 3	0.05	0.20	*0.70	0.004	0.001	20.43	25.72	0.87	0.53	0.012	0.002	—	—	—	0.28	0.005
	B 4	*0.01	0.15	1.57	0.005	0.001	20.90	24.60	*—	0.47	0.014	0.003	—	—	—	0.24	0.006
	B 5	0.07	0.15	1.40	0.008	0.001	19.80	24.60	*—	0.43	0.024	0.004	—	—	—	*0.12	0.009
	B 6	0.06	0.13	1.76	0.005	0.001	20.40	25.90	*—	0.01	0.027	0.003	—	—	—	0.24	0.006

(注) * 印は本発明の範囲から外れる組成であることを示す。

【0040】図1は、溶接試験に用いた開先の形状を示す図であり、開先は60°とした。また、図2は、溶接試験で作製した継手の形状を示す図であるが、溶接材料の評価試験はこの継手を用いて行った。

【0041】溶接試験では、まず、図1に示す開先を設けた外形38～60mmのパイプの母材1を、図2に示すように突き合わせ、炭素鋼からなる拘束棒2上に拘束溶接した。

【0042】次いで、その開先に対して供試溶接材料に*50

*より多層溶接を行って、評価用の継手を作製した。継手の溶接箇所は拘束溶接部3および開先に対する試験溶接部4であるが、それぞれの溶接はArをシールドガスとしたTIG法を用いた。ここで、拘束溶接を行うのは、母材の両端を拘束することにより、開先部分の試験溶接部4の溶接の際に生じた熱応力によって、試験溶接部4に割れが発生しやすくなるためである。

【0043】図3は、継手から採取した側曲げ試験片の形状を示す図である。また、図4は、継手から採取した

高温引張試験およびクリープ試験に用いる試験片の形状を示す図である。

【0044】継手の溶接後、機械加工によって図3に示す側曲げ試験片を採取し、これを板厚の2倍の曲げ半径(8~14mm)で、角度180度の曲げ加工を行い、開先部分の試験溶接部4における溶接高温割れ発生の有無を調べた。さらに、機械加工によって採取した図4に示す試験片により高温引張試験およびクリープ試験を行った。

【0045】高温引張試験は、600℃にて行い、母材の設計基準となる許容応力値以上の強度を保証しうる47kgf/mm²を判定基準とし、これを超えるものを合格とした。

【0046】クリープ試験では、母材の破断時間が約3000時間となる温度600℃および荷重22kgf/mm²の条件で試験を行い、試験溶接部4の破断時間を調べた。評価の判断基準は、母材の破断時間の80%として、これに達し*

*ないものをクリープ強度不足とした。

【0047】溶接材料の評価にあたり、溶接高温割れについて○は割れなし、×は割れ発生を示し、高温引張試験について○は47kgf/mm²の判定基準を超えるものを示し、×は判定基準に達しないものを示す。更に、クリープ強度について○は破断時間が母材の破断時間の80%を超えるものを示し、×は母材の破断時間の80%に達しないものを示す。また、溶接の施工条件は、母材のパイプ寸法とともに溶接入熱量(KJ/cm)および層間温度(℃)を変化させている。ここで、溶接入熱量(KJ/cm)は{溶接電流(A)×溶接電圧(V)/溶接速度(cm/min)}×60の関係から求め、層間温度(℃)は特定の温度範囲で変色する示温塗料によって測定している。以上の評価結果を表3に示す。

【0048】

【表3】

表 3

	継手No	施 工 条 件				継 手 性 能			
		パイプ寸法		溶 接 入 熱 量 (KJ/cm)	層間温度 (℃)	溶接材料 (No)	溶 接 高温割れ	高 温 引張強さ (600℃)	クリープ 強 度 (600℃)
		外径(mm)	肉厚(mm)						
本 発 明 例	AJ1	60	7	9	150	A1	○	○	○
	AJ2	"	"	"	250	"	○	○	○
	AJ3	"	"	"	400	"	○	○	○
	AJ4	"	"	13	250	"	○	○	○
	AJ5	38	4	"	"	"	○	○	○
	AJ6	60	7	"	"	A2	○	○	○
	AJ7	38	4	"	"	"	○	○	○
	AJ8	60	7	"	"	A3	○	○	○
	AJ9	"	"	"	"	A4	○	○	○
	AJ10	"	"	"	"	A5	○	○	○
	AJ11	"	"	"	"	A6	○	○	○
比 較 例	BJ1	60	7	13	250	B1	×	—	—
	BJ2	"	"	"	"	B2	×	—	—
	BJ3	"	"	"	"	B3	○	×	×
	BJ4	"	"	"	"	B4	○	×	×
	BJ5	"	"	"	"	B5	○	×	×
	BJ6	"	"	"	"	B6	○	○	×

【0049】表3より明らかなように、本発明例である溶接材料No. A1~A6は、大入熱量および高い層間温度の苛酷な条件でも、いずれも溶接高温割れの発生がなく、高温引張試験およびクリープ試験においても良好な成績であった。特に、溶接材料No. A1は、広範な施工条件に対応すべく、溶接入熱量9~13KJ/cm、層間温度150~400℃およびパイプ寸法38~60mmの広い範囲の条件で評価したが、いずれの条件でも、優れた耐高温割れ性、高温引張強さおよびクリープ強さを有していることが分かる。

【0050】一方、比較例において、溶接材料No. B1~B2は溶接高温割れの発生があり、溶接材料No. B3※50

※~B6は高温引張試験およびクリープ試験において強度不足であった。

【0051】

【発明の効果】本発明の高Cr高Nオーステナイト鋼用ガスシールドアーク溶接材料は、高Cr高N鋼材であるので、高Ni合金用溶接材に比して安価である。

【0052】また、広範な施工条件のもとで母材に匹敵する優れた高温強度を溶接金属に与え、更に、溶接高温割れ感受性を低下させ、溶接割れを防ぐことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】溶接試験に用いた開先の形状を示す図である。

【図2】溶接試験で作製した継手の形状を示す図であ

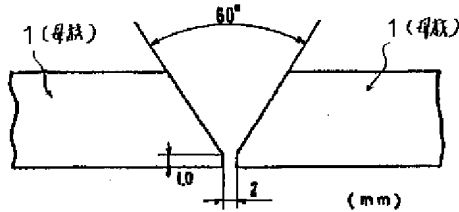
1 1

る。

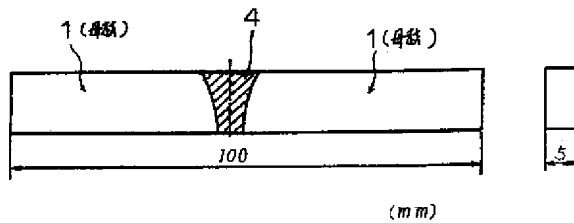
【図3】継手から採取した側曲げ試験片の形状を示す図である。

【図4】継手から採取した高温引張試験およびクリープ

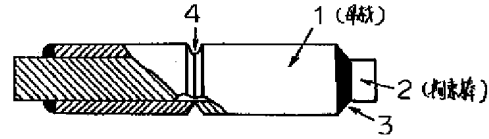
【図1】



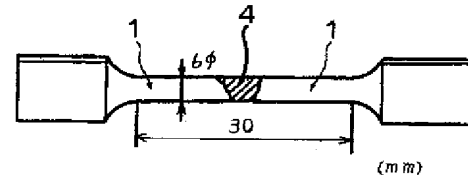
【図3】



【図2】



【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 高 隆夫
大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号住
友金属工業株式会社内

(72)発明者 松本 茂
兵庫県尼崎市扶桑町1番17号住金溶接工業
株式会社内
(72)発明者 水田 俊彦
兵庫県尼崎市扶桑町1番17号住金溶接工業
株式会社内